

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. März 2001 (29.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 01/20965 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

Nicht klassifiziert

[CH/CH]; Pfannenstielstrasse 3, CH-8618 Oetwil am See
(CH). BÜCHLER, Michael [CH/CH]; Lindenbachstrasse
50, CH-8006 Zürich (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/CH01/00008

(22) Internationales Anmeldedatum:

5. Januar 2001 (05.01.2001)

(74) Anwalt: RIGLING, Peter; Troesch Scheidegger Werner
AG, Schwänthenmos 14, CH-8126 Zumikon-Zürich (CH).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): PHONAK AG [CH/CH]; Laubisrütistrasse 28,
CH-8712 Stäfa (CH).

(72) Erfinder; und

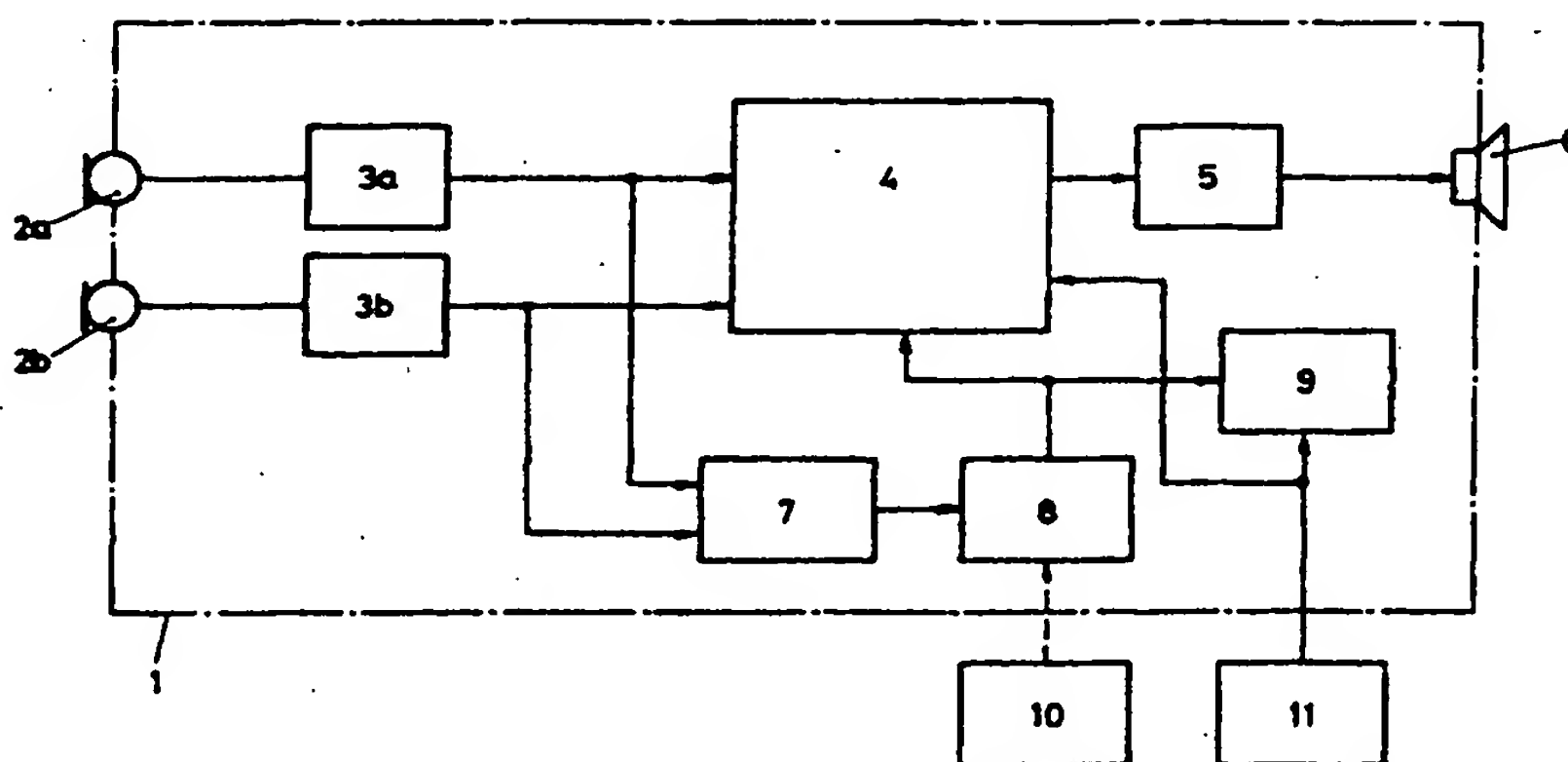
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALLEGRO, Silvia

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A CURRENT ACOUSTIC ENVIRONMENT, USE OF SAID METHOD AND A HEARING-AID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER MOMENTANEN AKUSTISCHEN UMGEBUNGSSITUATION, ANWENDUNG DES VERFAHRENS UND EIN HÖRGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a current acoustic environment. The method is characterised in that specific characteristics are extracted from an acoustic signal which has been recorded using at least one microphone (2a, 2b) and that the current acoustic environment is determined in an identification phase, on the basis of the extracted characteristics. According to the invention, at least auditory-based characteristics are determined in the extraction phase. The invention also relates to the use of said method and to a hearing-aid.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation, wobei das Verfahren darin besteht, dass in einer Extraktionsphase charakteristische Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert werden, und dass in einer Identifikationsphase die momentane akustische Umgebungssituation aufgrund der extrahierten Merkmale ermittelt wird. Erfindungsgemäss werden in der Extraktionsphase zumindest auditorisch-basierte Merkmale ermittelt. Des weiteren ist eine Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens sowie ein Hörgerät angegeben.

WO 01/20965 A2



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.
- Ohne Klassifikation; Zusammenfassung und Bezeichnung von der Internationalen Recherchenbehörde nicht überprüft.

Veröffentlicht:

- Auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation, Anwendung des Verfahrens und ein Hörgerät

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der momentanen akustischen Umgebungssituation, eine Anwendung des Verfahrens bei Hörgeräten sowie ein Hörgerät.

10

Moderne Hörgeräte können heute mit Hilfe verschiedener Hörprogramme - typischerweise sind dies zwei bis maximal drei Programme - unterschiedlichen akustischen Umgebungssituationen angepasst werden. Damit soll das Hörgerät dem Benutzer in jeder Situation einen optimalen Nutzen bieten.

15

Die Wahl des Hörprogramms kann entweder über die Fernbedienung oder über einen Schalter am Hörgerät selbst vorgenommen werden. Das Umschalten zwischen verschiedenen Hörprogrammen ist jedoch für viele Benutzer lästig oder schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Welches Programm zu welchem Zeitpunkt den optimalen Komfort und die beste Sprachverständlichkeit bietet, ist auch für versierte Hörgeräteträger nicht immer einfach zu bestimmen. Ein automatisches Erkennen der akustischen Umgebungssituation und ein damit verbundenes automatisches Umschalten des Hörprogramms im Hörgerät ist daher wünschenswert.

20

25

30

35

Es sind derzeit verschiedene Verfahren für die automatische Klassifizierung von akustischen Umgebungssituationen bekannt. Bei all diesen Verfahren werden aus dem Eingangssignal, das beim Hörgerät von einem oder mehreren Mikrofonen stammen kann, verschiedene Merkmale extrahiert. Basierend auf diesen Merkmalen trifft ein Mustererkenner unter Anwendung eines Algorithmus eine Entscheidung über

- die Zugehörigkeit des analysierten Eingangssignals zu einer bestimmten akustischen Umgebungssituation. Die verschiedenen bekannten Verfahren unterscheiden sich dabei einerseits durch die unterschiedlichen Merkmale, welche bei der Beschreibung der akustischen Umgebungssituation verwendet werden (Signalanalyse), und andererseits durch den verwendeten Mustererkenner der die Merkmale klassifiziert (Signalidentifikation).
- 10 Für die Merkmalsextraktion in Audiosignalen wurde im Aufsatz von J. M. Kates mit dem Titel "Classification of Background Noises für Hearing-Aid Applications" (1995, Journal of the Acoustical Society of America 97(1), Seiten 461 bis 469) vorgeschlagen, eine Analyse der zeitlichen
- 15 Pegelschwankungen und des Spektrums vorzunehmen. Des weiteren wurde in der Europäischen Patentschrift mit der Nummer EP-B1-0 732 036 eine Analyse des Amplitudenhistogramms zur Erreichung des gleichen Ziels vorgeschlagen. Schliesslich wurde die Merkmalsextraktion
- 20 auch durch eine Analyse verschiedener Modulationsfrequenzen untersucht und angewendet. Diesbezüglich wird auf die beiden Aufsätze von Ostendorf et. al. mit den Titeln "Empirische Klassifizierung verschiedener akustischer Signale und Sprache mittels einer
- 25 Modulationsfrequenzanalyse" (1997, DAGA 97, Seiten 608 bis 609) und "Klassifikation von akustischen Signalen basierend auf der Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen Hörgeräten" (1998, DAGA 98, Seiten 402 bis 403) verwiesen. Ein ähnlicher Ansatz ist auch in einem Aufsatz
- 30 von Edwards et. al. mit dem Titel "Signal-processing algorithms for a new software-based, digital hearing device" (1998, The Hearing Journal 51, Seiten 44 bis 52) offenbart. Weitere mögliche Merkmale sind der Pegel selbst oder die Nulldurchgangsrates wie z.B. in H. L. Hirsch, "Statistical
- 35 Signal Characterization" (Artech House 1992) beschrieben. Die bisher zur Audiosignalanalyse verwendeten Merkmale sind

also rein technisch-basiert.

Grundsätzlich lassen sich für die Geräuschklassifizierung bekannte Musteridentifikationsmethoden verwenden. So eignen
5 sich insbesondere sogenannte Abstandsschätzer, Bayes Klassifizierer, Fuzzy Logic Systeme oder Neuronale Netzwerke als Mustererkenner. Weitere Informationen zu den zwei erst genannten Methoden können der Druckschrift "Pattern Classification and Scene Analysis" von Richard O.
10 Duda und Peter E. Hart (John Wiley & Sons, 1973) entnommen werden. Bezüglich Neuronalen Netzwerken wird auf das Standardwerk von Christopher M. Bishop mit dem Titel "Neural Networks for Pattern Recognition" (1995, Oxford University Press) verwiesen. Des weiteren wird auf die
15 folgenden Publikationen verwiesen: Ostendorf et. al., "Klassifikation von akustischen Signalen basierend auf der Analyse von Modulationsspektren zur Anwendung in digitalen Hörgeräten" (Zeitschrift für Audiologie, 1998, Seiten 148 bis 150); F. Feldbusch, "Geräuscheerkennung mittels
20 Neuronaler Netzwerke" (1998, Zeitschrift für Audiologie, Seiten 30 bis 36); Europäische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer EP-A1-0 814 636; und US-Patent mit der Veröffentlichungsnummer US-5 604 812. All die genannten Mustererkennungsmethoden haben jedoch den Nachteil, dass
25 sie lediglich statische Eigenschaften der interessierenden Geräuschklassen modellieren.

Die bekannten Methoden zur Geräuschklassifikation, bestehend aus Merkmalsextraktion und Mustererkennung,
30 weisen die Nachteile auf, dass, obwohl eine eindeutige und robuste Identifikation von Sprachsignalen grundsätzlich möglich ist, mehrere verschiedene akustische Umgebungssituationen nicht oder nur in unzureichender Weise klassifiziert werden können. So ist es zwar mit den
35 bekannten Verfahren möglich, reine Sprachsignale von "Nicht-Sprache" - d.h. allen anderen akustischen

Umgebungssituationen - unterscheiden zu können. Dies reicht jedoch nicht aus, damit ein für eine momentane akustische Umgebungssituation zu verwendendes optimales Hörprogramm gewählt werden kann. Als Folge davon ist entweder die
5 Anzahl möglicher Hörprogramme auf die zwei automatisch erkennbaren akustischen Umgebungssituationen beschränkt oder der Hörgeräteträger muss die nicht abgedeckten akustischen Umgebungssituationen selber erkennen und das dazugehörige Hörprogramm von Hand aktivieren.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, zunächst ein Verfahren zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation anzugeben, das gegenüber den bekannten Verfahren wesentlich robuster und
15 genauer ist.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, eine Anwendung des Verfahrens sowie ein Hörgerät
20 sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung basiert auf einer Extraktion von Signalmerkmalen und einer nachfolgenden Separation verschiedener Geräuschquellen sowie einer Identifikation
25 verschiedener Geräusche. Anstatt oder neben technisch-basierten Merkmalen werden bei der Signalanalyse zur Merkmalsextraktion auditorisch-basierte Merkmale berücksichtigt. Diese auditorisch-basierten Merkmale werden mit Methoden der Auditory Scene Analysis (ASA) ermittelt.
30 In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens erfolgt eine Gruppierung der Merkmale mit Hilfe der Gestaltprinzipien kontextunabhängig oder kontextabhängig. Die eigentliche Identifikation bzw. Klassifizierung der Audiosignale erfolgt ausgehend von den
35 extrahierten Merkmalen in bevorzugter Weise mittels Hidden Markov Modellen (HMM). Die Erfindung weist den Vorteil auf,

dass die Anzahl der erkennbaren Geräuschklassen und damit die Anzahl der Hörprogramme erhöht ist, womit die Leistung der Geräuschklassifizierung und damit der Komfort für den Benutzer des Hörgerätes verbessert sind.

5

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt die einzige Figur ein Blockschaltbild eines Hörgerätes, in dem das erfindungsgemäße Verfahren realisiert ist.

10

In der einzige Figur ist mit 1 ein Hörgerät bezeichnet, wobei im folgenden unter dem Begriff "Hörgerät" sowohl sogenannte Hörhilfen, welche zur Korrektur eines geschädigten Hörvermögens einer Person eingesetzt werden, als auch alle anderen akustischen Kommunikationssysteme, wie zum Beispiel Funkgeräte, zu verstehen sind.

15

Das Hörgerät 1 ist in bekannter Weise zunächst aus zwei elektro-akustischen Wandlern 2a, 2b und 6, nämlich einem oder mehreren Mikrofonen 2a, 2b und einem Lautsprecher 6 - auch etwa als Hörer bezeichnet - besteht. Ein eigentlicher Hauptbestandteil eines Hörgerätes 1 ist eine mit 4 bezeichnete Übertragungseinheit, in welcher die - im Falle einer Hörhilfe - auf den Benutzer des Hörgerätes 1 abgestimmten Signalmodifikationen vorgenommen werden. Die in der Übertragungseinheit 4 vorgenommenen Operationen sind jedoch nicht nur von der Art einer vorgegebenen Zielfunktion des Hörgerätes 1 abhängig, sondern werden insbesondere auch in Abhängigkeit der momentanen akustischen Umgebungssituation gewählt. Aus diesem Grund wurden z. B. bereits Hörhilfen angeboten, bei denen der Geräteträger eine manuelle Umschaltung zwischen verschiedenen Hörprogrammen vornehmen kann, die auf bestimmte akustische Umgebungssituationen angepasst sind. Ebenso sind Hörhilfen bekannt, bei denen die Erkennung der akustischen Umgebungssituation automatisch vorgenommen

25

30

35

wird. Diesbezüglich sei nochmals auf die europäischen Patentschriften mit den Veröffentlichungsnummern EP-B1-0 732 036 und EP-A1-0 814 636 sowie auf das US Patent mit der Veröffentlichungsnummer US-5 604 812, und auf die Broschüre
5 "Claro Autoselect" der Firma Phonak hearing systems (28148(GB)/0300, 1999) verwiesen.

Neben den erwähnten Bestandteilen - wie Mikrophone 2a, 2b, Übertragungseinheit 4 und Hörer 6 - ist im Hörgerät 1 eine
10 Signalanalyseeinheit 7 und eine Signalidentifikationseinheit 8 vorgesehen. Handelt es sich beim Hörgerät 1 um eine Realisierung mittels Digitaltechnologie, so sind zwischen den Mikrophonen 2a, 2b und der Übertragungseinheit 4 ein oder mehrere
15 Analog/Digital-Wandler 3a, 3b und zwischen der Übertragungseinheit 4 und dem Hörer 6 ein Digital/Analog-Wandler 5 vorgesehen. Obwohl die Realisierung in Digitaltechnologie die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ist grundsätzlich auch denkbar,
20 dass alle Komponenten in Analogtechnologie realisiert sind. Diesfalls entfallen selbstverständlich die Wandler 3a, 3b und 5.

Die Signalanalyseeinheit 7 ist mit dem gleichen
25 Eingangssignal beaufschlagt wie die Übertragungseinheit 4. Schliesslich ist die Signalidentifikationseinheit 8, welche mit dem Ausgang der Signalanalyseeinheit 7 verbunden ist, mit der Übertragungseinheit 4 und mit einer Steuereinheit 9 verbunden.

30 Mit 10 ist eine Trainingseinheit bezeichnet, mit Hilfe derer die Ermittlung von für die Klassifizierung in der Signalidentifikationseinheit 8 benötigten Parameter in einem "off-line"-Betrieb vorgenommen wird.

35 Die durch die Signalanalyseeinheit 7 und die

Signalidentifikationseinheit 8 ermittelten Einstellungen der Übertragungseinheit 4 und der Steuereinheit 9 können durch den Benutzer mittels einer Benutzereingabeeinheit 11 überschrieben werden.

5

Im folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren erläutert:

Es basiert im wesentlichen darauf, dass in einer Extraktionsphase charakteristische Merkmale aus einem akustischen Signal extrahiert werden, wobei anstelle oder zusätzlich zu technisch-basierten Merkmalen - wie z. B. die früher erwähnten Nulldurchgangsraten, zeitlichen Pegelschwankungen, verschiedenen Modulationsfrequenzen, oder der Pegel, der spektrale Schwerpunkt, die Amplitudenverteilung, etc. - auch auditorisch-basierte Merkmale verwendet werden. Diese auditorisch-basierten Merkmale werden mit Hilfe der Auditory Scene Analysis (ASA) ermittelt und umfassen insbesondere die Lautheit, die spektrale Form (timbre), die harmonische Struktur (pitch), gemeinsame Einschwing- und Ausschwingzeiten (on-/offsets), kohärente Amplitudenmodulationen, kohärente Frequenzmodulationen, kohärente Frequenzübergänge, binaurale Effekte, etc. Erläuterungen zur Auditory Scene Analysis sind z. B. in den Werken von A. Bregman, "Auditory Scene Analysis" (MIT Press, 1990) und W. A. Yost, "Fundamentals of Hearing - An Introduction" (Academic Press, 1977) zu finden. Angaben zu den einzelnen auditorisch-basierten Merkmalen findet man u.a. in W. A. Yost und S. Sheft, "Auditory Perception" (in "Human Psychophysics", herausgegeben von W. A. Yost, A. N. Popper und R. R. Fay, Springer 1993), W. M. Hartmann, "Pitch, periodicity, and auditory organization" (Journal of the Acoustical Society of America, 100 (6), Seiten 3491 bis 3502, 1996), sowie D. K. Mellinger und B. M. Mont-Reynaud, "Scene Analysis" (in "Auditory Computation", herausgegeben

von H. L. Hawkins, T. A. McMullen, A. N. Popper und R. R. Fay, Springer 1996).

Als Beispiel für die Verwendung von auditorisch-basierten Merkmalen bei der Signalanalyse sei an dieser Stelle die Charakterisierung der Tonalität des akustischen Signals durch die Analyse der harmonischen Struktur angegeben, was speziell für die Identifikation tonaler Signale, wie Sprache und Musik, geeignet ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist es vorgesehen, in der Signalanalyseeinheit des weiteren eine Gruppierung der Merkmale mittels Gestalt-Prinzipien vorzunehmen. Dabei werden die Prinzipien der Gestalttheorie, bei der qualitative Eigenschaften - wie Kontinuität, Nähe, Ähnlichkeit, gemeinsames Schicksal, Geschlossenheit, gute Fortsetzung und andere - untersucht werden, auf die auditorisch-basierten und eventuell technischen Merkmale zur Bildung von auditorischen Objekten angewendet. Die Gruppierung kann - wie übrigens auch die Merkmalsextraktion in der Extraktionsphase - entweder kontext-unabhängig, also ohne Hinzunahme von zusätzlichem Wissen, durchgeführt werden (sogenannt "primitive" Gruppierung), oder sie kann kontext-abhängig im Sinne der menschlichen auditorischen Wahrnehmung unter Verwendung von zusätzlicher Information oder Hypothesen über den Signalgehalt erfolgen (sogenannt "schema-basierte" Gruppierung). Die kontext-abhängige Gruppierung ist also der jeweiligen akustischen Situation angepasst. Für ausführliche Erläuterungen der Prinzipien der Gestalttheorie und der Gruppierung mittels Gestaltprinzipien sei stellvertretend auf folgende Veröffentlichungen verwiesen: "Wahrnehmungspsychologie" von E. B. Goldstein (Spektrum Akademischer Verlag, 1997), "Neuronale Grundlagen der Gestaltwahrnehmung" von A. K. Engel und W. Singer (Spektrum der Wissenschaft, 1998,

Seiten 66-73), sowie "Auditory Scene Analysis" von A. Bregman (MIT Press, 1990).

Der Vorteil der Anwendung dieser Gruppierungsverfahren
5 liegt darin, dass die Merkmale des Eingangssignals weiter
differenziert werden können. Insbesondere sind dadurch
Signalteile identifizierbar, welche von unterschiedlichen
Klangquellen stammen. Dies ermöglicht, dass die
extrahierten Merkmale einzelnen Geräuschquellen zugeordnet
10 werden können, womit zusätzliches Wissen über die
vorhandenen Geräuschquellen - und damit über die momentane
Umgebungssituation - erhalten wird.

Der zweite Aspekt des hier beschriebenen erfindungsgemässen
15 Verfahrens betrifft die Mustererkennung bzw. die
Signalidentifikation, welche in der Identifikationsphase
vorgenommen wird. In der bevorzugten Ausführungsform des
erfindungsgemässen Verfahrens kommt in der
Signalidentifikationseinheit 8 zur automatischen
20 Klassifizierung der akustischen Umgebungssituation die
Methode der Hidden Markov Modelle (HMM) zur Anwendung.
Damit können auch zeitliche Änderungen der berechneten
Merkmale zur Klassifizierung eingesetzt werden. Demzufolge
können auch dynamische und nicht nur statische
25 Eigenschaften der zu erkennenden Umgebungssituationen resp.
Geräuschklassen berücksichtigt werden. Ebenfalls möglich
ist die Kombination von HMMs mit anderen Klassifizierern,
z. B. in einem mehrstufigen Erkennungsverfahren, zur
Identifikation der akustischen Umgebung.

30 Das Ausgangssignal der Signalidentifikationseinheit 8
enthält somit Informationen über die Art der akustischen
Umgebung (akustische Umgebungssituation). Diese Information
wird der Übertragungseinheit 4 beaufschlagt, in der das für
35 die erkannte Umgebungssituation geeignetste Programm bzw.
der geeignetste Parametersatz für die Übertragung

ausgewählt wird. Gleichzeitig wird die in der
Signalidentifikation 8 ermittelte Information der
Steuereinheit 9 für weitere Funktionen beaufschlagt, wo je
nach Situation eine beliebige Funktion - z.B. ein
5 akustisches Signal - ausgelöst werden kann.

Werden in der Identifikationsphase Hidden Markov Modelle
verwendet, so wird ein aufwendiges Verfahren zur Ermittlung
der für die Klassifizierung notwendigen Parameter
10 notwendig. Diese Parameterermittlung erfolgt daher
vorzugsweise in einem "Off-line"-Verfahren, und zwar für
jede Klasse allein. Die eigentliche Identifikation
verschiedener akustischer Umgebungssituationen erfordert
nur geringen Speicherplatz und wenig Rechenkapazität. Daher
15 wird vorgeschlagen, eine Trainingseinheit 9 vorzusehen, die
zur Parameterbestimmung ausreichend Rechenleistung aufweist
und die mit geeigneten Mitteln mit dem Hörgerät 1 zum Zweck
des Datentransfers verbindbar sind. Solche Mittel können
beispielsweise eine einfache Drahtverbindung mit
20 entsprechenden Steckern sein.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren ist es somit möglich,
aus einer Vielzahl verschiedener Einstellmöglichkeiten und
automatisch abrufbaren Aktionen die geeignetste
25 auszuwählen, ohne dass der Benutzer des Gerätes selber
tätig werden muss. Der Komfort für den Benutzer ist damit
wesentlich verbessert, denn es wird unmittelbar nach dem
Erkennen einer neuen akustischen Umgebungssituation das
richtige Programm bzw. die entsprechende Funktion im
30 Hörgerät 1 selbsttätig gewählt.

Benutzer von Hörgeräten haben oft auch den Wunsch, die
vorstehend beschriebene automatische Erkennung der
Umgebungssituation und die damit verbundene automatische
35 Wahl des entsprechenden Programms auszuschalten. Aus diesem
Grund ist eine Eingabeeinheit 11 vorgesehen, mit der

automatische Reaktionen oder die automatische Programmwahl überschrieben werden kann. Eine solche Eingabeeinheit 11 kann z. B. ein Schalter am Hörgerät 1 oder eine Fernbedienung sein, welche durch den Benutzer betätigt wird. Andere Möglichkeiten wie z. B. eine sprachgesteuerte Benutzereingabe sind ebenfalls denkbar.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung einer momentanen akustischen
5 Umgebungssituation, wobei das Verfahren darin besteht,
 - dass in einer Extraktionsphase charakteristische
Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a,
2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert
10 werden, und
 - dass in einer Identifikationsphase die momentane
akustische Umgebungssituation aufgrund der
extrahierten Merkmale ermittelt wird,
- 15 wobei in der Extraktionsphase zumindest auditorisch-
basierte Merkmale ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
in der Extraktionsphase zur Bestimmung der
20 charakteristischen Merkmale ASA- (Auditory Scene Analysis)-
Methoden verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass in der Identifikationsphase zur
25 Bestimmung der momentanen akustischen Umgebungssituation
HMM- (Hidden Markov Models)-Methoden verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass ein oder mehrere der folgenden
30 auditorisch-basierten Merkmale bei der Merkmalsextraktion
ermittelt werden: Lautheit, spektrale Form, harmonische
Struktur, gemeinsame Ein- und Ausschwingvorgänge, kohärente
Amplitudenmodulationen, kohärente Frequenzmodulationen,
kohärente Frequenztransitionen und binaurale Effekte.
- 35 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu auditorisch-basierten Merkmalen auch beliebige andere Merkmale ermittelt werden.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung von auditorischen Objekten die auditorisch-basierten und die gegebenenfalls anderen Merkmale mit den Prinzipien der Gestalttheorie gruppiert werden.

10

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Merkmalsextraktion und/oder die Gruppierung der Merkmale entweder kontext-unabhängig oder kontext-abhängig im Sinne der menschlichen auditorischen Wahrnehmung, unter
15 Berücksichtigung von zusätzlicher Information oder Hypothesen über den Signalgehalt und somit der jeweiligen akustischen Situation angepasst, durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass in der Identifikationsphase auf Daten zugegriffen werden, welche in einer "off-line"-Trainingsphase ermittelt wurden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Extraktionsphase und die Identifikationsphase kontinuierlich resp. in regelmässigen oder unregelmässigen Zeitabständen erfolgt.

10. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis
30 9 zur Anpassung eines Hörgerätes (1) an eine momentane akustische Umgebungssituation.

11. Anwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der ermittelten momentanen akustischen
35 Umgebungssituation ein Programm bzw. eine Übertragungsfunktion zwischen mindestens einem Mikrofon

(2a, 2b) und einem Hörer (6) im Hörgerät (1) eingestellt wird.

12. Anwendung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch
5 gekennzeichnet, dass aufgrund der ermittelten momentanen
akustischen Umgebungssituation eine beliebig andere
Funktion im Hörgerät (1) ausgelöst wird.

13. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis
10 9 zur Spracherkennung.

14. Hörgerät (1) mit einer Übertragungseinheit (4), die
eingangsseitig mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) und
ausgangsseitig mit einem Hörer (6) wirkverbunden ist,
15 dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangssignal der
Übertragungseinheit (4) gleichzeitig einer
Signalanalyseeinheit (7) zur Extraktion von zumindest
auditorisch-basierten Merkmalen beaufschlagt ist, dass die
Signalanalyseeinheit (7) mit einer
20 Signalidentifikationseinheit (8) wirkverbunden ist, in
welcher die momentane akustische Umgebungssituation
bestimmt wird, und dass die Signalidentifikationseinheit
(8) mit der Übertragungseinheit (4) zur Einstellung eines
Programms bzw. einer Übertragungsfunktion wirkverbunden
25 ist.

15. Hörgerät (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
eine Eingabeeinheit (11) vorgesehen ist, welche mit der
Übertragungseinheit (4) wirkverbunden ist.

30

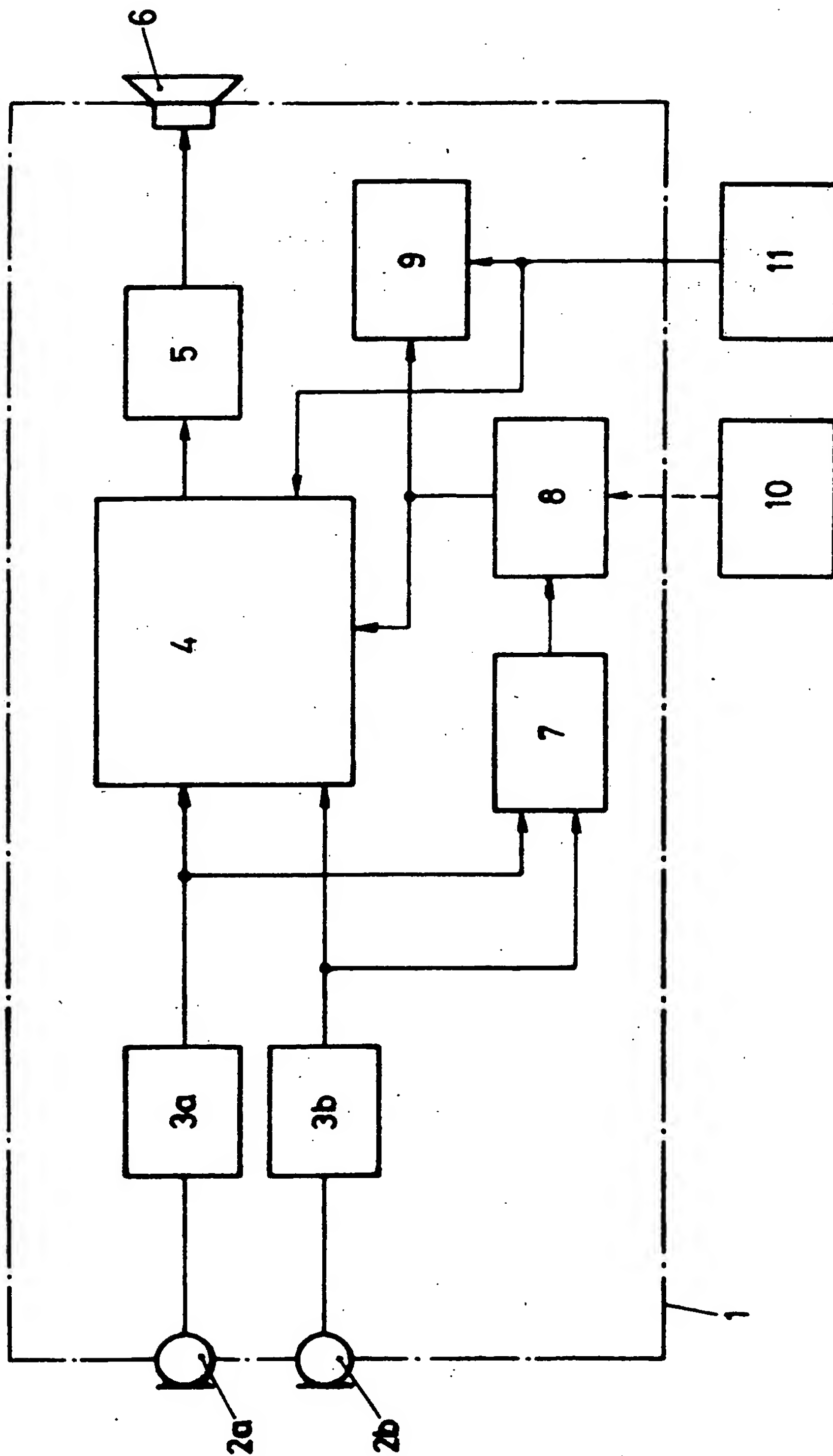
16. Hörgerät (1) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch
gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (9) vorgesehen ist,
wobei die Signalidentifikationseinheit (8) mit der Steuereinheit
(9) wirkverbunden ist.

35

17. Hörgerät (1) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabeeinheit (11) mit der Steuereinheit (9) wirkverbunden ist.

- 5 18. Hörgerät (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass beliebige Mittel zum Übertragen von Parametern von einer Trainingseinheit (10) zur Signalidentifikationseinheit (8) vorgesehen sind.

10



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. März 2001 (29.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/20965 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04R 25/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH01/00008

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Januar 2001 (05.01.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): PHONAK AG [CH/CH]; Laubisrütistrasse 28,
CH-8712 Stäfa (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALLEGRO, Silvia
[CH/CH]; Pfannenstielstrasse 3, CH-8618 Oerwil am See
(CH). BÜCHLER, Michael [CH/CH]; Lindenbachstrasse
50, CH-8006 Zürich (CH).

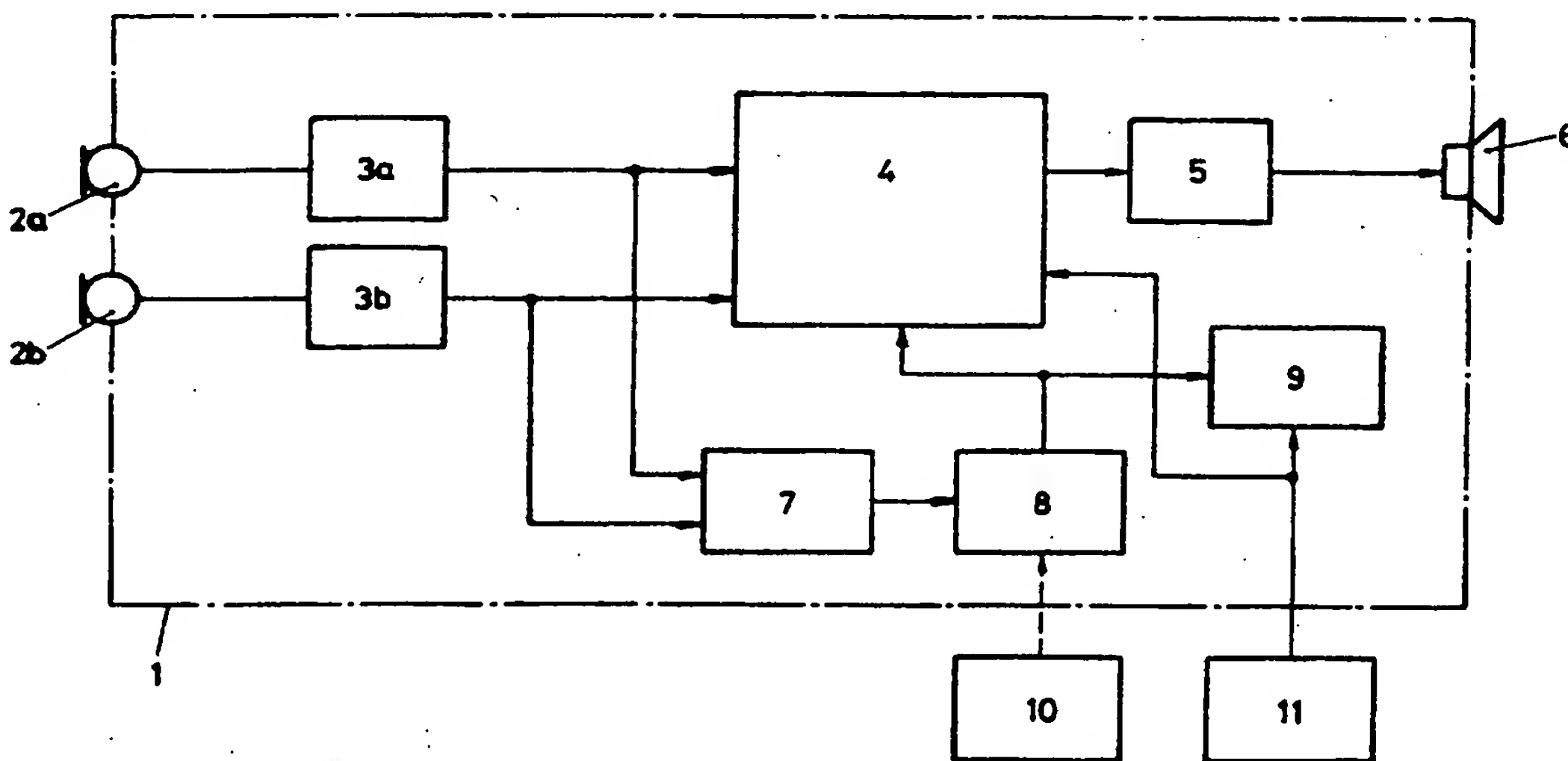
(74) Anwalt: RIGLING, Peter; Troesch Scheidegger Werner
AG, Schwättenmos 14, CH-8126 Zumikon-Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A CURRENT ACOUSTIC ENVIRONMENT, USE OF SAID METHOD AND A
HEARING-AID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER MOMENTANEN AKUSTISCHEN UMGEBUNGSSITUATION,
ANWENDUNG DES VERFAHRENS UND EIN HÖRGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a current acoustic environment. The method is characterised in that specific characteristics are extracted from an acoustic signal which has been recorded using at least one microphone (2a, 2b) and that the current acoustic environment is determined in an identification phase, on the basis of the extracted characteristics. According to the invention, at least auditory-based characteristics are determined in the extraction phase. The invention also relates to the use of said method and to a hearing-aid.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zur Bestimmung einer momentanen akustischen Umgebungssituation, wobei das Verfahren darin besteht, dass in einer Extraktionsphase charakteristische Merkmale aus einem mit mindestens einem Mikrophon (2a, 2b) aufgenommenen akustischen Signal extrahiert

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist: Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

— auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2 Buchstabe a geltenden Frist

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

11. April 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

werden, und dass in einer Identifikationsphase die momentane akustische Umgebungssituation aufgrund der extrahierten Merkmale ermittelt wird. Erfindungsgemäss werden in der Extraktionsphase zumindest auditorisch-basierte Merkmale ermittelt. Des weiteren ist eine Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens sowie ein Hörgerät angegeben.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 01/00008

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04R25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-------------------------|
| X | EP 0 881 625 A (AT & T CORP) 2 December 1998 (1998-12-02) abstract column 6, line 26-45 column 7, line 39-55 claims 1,2,6,8,10,12; figures 1,2 | 1,3,4,8, 9,13 |
| Y | | 2,5, 10-12, 14-18 |
| A | --- | 6,7 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 February 2002

Date of mailing of the international search report

15/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gijssels, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/CH 01/00008

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| Y | EP 0 681 411 A (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK GMBH) 8 November 1995 (1995-11-08) cited in the application abstract column 2, line 51-56 column 5, line 2-50 column 6, line 32-39 claims 1,5; figures 1,3 --- | 5,10-12, 14-18 |
| Y | US 6 002 776 A (BHADKAMKAR NEAL ASHOK ET AL) 14 December 1999 (1999-12-14) abstract column 1, line 22-42 figure 1 --- | 2 |
| A | MELLINGER D K: "Feature-map methods for extracting sound frequency modulation" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 1991. 1991 CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-FIFTH ASILOMAR CONFERENCE ON PACIFIC GROVE, CA, USA 4-6 NOV. 1991, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US, 4 November 1991 (1991-11-04), pages 795-799, XP010026410 ISBN: 0-8186-2470-1 --- | |
| E | WO 01 76321 A (GN RESOUND A/S) 11 October 2001 (2001-10-11) abstract page 17, line 8 -page 18, line 20 claims 1,3,5; figures 2,3 ----- | 1,3,4, 10-14,16 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 01/00008

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----|----------------------------|---------------------|
| EP 0881625 | A | 02-12-1998 | US | 5960397 A | 28-09-1999 |
| | | | CA | 2233728 A1 | 27-11-1998 |
| | | | EP | 0881625 A2 | 02-12-1998 |
| EP 0681411 | A | 08-11-1995 | EP | 0681411 A1 | 08-11-1995 |
| | | | US | 5604812 A | 18-02-1997 |
| US 6002776 | A | 14-12-1999 | AU | 7361196 A | 09-04-1997 |
| | | | EP | 0806092 A1 | 12-11-1997 |
| | | | JP | 10510127 T | 29-09-1998 |
| | | | WO | 9711533 A1 | 27-03-1997 |
| WO 0176321 | A | 11-10-2001 | WO | 0176321 A1 | 11-10-2001 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 01/00008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04R25/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Bez. Anspruch Nr. |
|------------|---|-------------------------|
| X | EP 0 881 625 A (AT & T CORP.) 2. Dezember 1998 (1998-12-02) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 26-45 Spalte 7, Zeile 39-55 Ansprüche 1,2,6,8,10,12; Abbildungen 1,2 | 1,3,4,8, 9,13 |
| Y | | 2,5, 10-12, 14-18 |
| A | | 6,7 |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Februar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gijssels, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/CH 01/00008

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| Y | EP 0 681 411 A (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK GMBH) 8. November 1995 (1995-11-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 51-56 Spalte 5, Zeile 2-50 Spalte 6, Zeile 32-39 Ansprüche 1,5; Abbildungen 1,3 ---- | 5,10-12, 14-18 |
| Y | US 6 002 776 A (BHADKAMKAR NEAL ASHOK ET AL) 14. Dezember 1999 (1999-12-14) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 22-42 Abbildung 1 ---- | 2 |
| A | MELLINGER D K: "Feature-map methods for extracting sound frequency modulation" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 1991. 1991 CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-FIFTH ASILOMAR CONFERENCE ON PACIFIC GROVE, CA, USA 4-6 NOV. 1991, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, US, 4. November 1991 (1991-11-04), Seiten 795-799, XP010026410 ISBN: 0-8186-2470-1 ---- | |
| E | WO 01 76321 A (GN RESOUND A/S) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) Zusammenfassung Seite 17, Zeile 8 -Seite 18, Zeile 20 Ansprüche 1,3,5; Abbildungen 2,3 ----- | 1,3,4, 10-14,16 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 01/00008

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| EP 0881625 A | 02-12-1998 | US 5960397 A CA 2233728 A1 EP 0881625 A2 | 28-09-1999 27-11-1998 02-12-1998 |
| EP 0681411 A | 08-11-1995 | EP 0681411 A1 US 5604812 A | 08-11-1995 18-02-1997 |
| US 6002776 A | 14-12-1999 | AU 7361196 A EP 0806092 A1 JP 10510127 T WO 9711533 A1 | 09-04-1997 12-11-1997 29-09-1998 27-03-1997 |
| WO 0176321 A | 11-10-2001 | WO 0176321 A1 | 11-10-2001 |